

文章编号:1674-2869(2015)06-0036-06

既有交通线上立交桥钢箱梁顶推施工技术

何向红¹,张 信¹,程建华²

1.长江工程职业技术学院,湖北 武汉 430212;

2.中铁大桥局第七工程有限公司,湖北 武汉 430056

摘 要:武汉市二环线武昌段接线工程梅家山立交桥钢箱梁项目属于既有交通线下高风险路段施工项目。主线桥钢箱梁跨路施工过程中,采用现场情况分析、模型数据计算分析与试验测试等步骤,探索了既有交通线上钢箱梁顶推法施工工艺、临时工程设计布置等方法,形成了一套较为完整的钢箱梁连续顶推施工技术和安全操作技术要点。运用该方法进行施工,桥下交通影响较小,施工干扰小,安全系数高。确保了工程进度和施工质量,有效节约了施工成本。

关键词:主线高架桥;钢箱梁施工;分步顶推

中图分类号:U445

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2015.06.008

1 工程概况

1.1 工程简介

武汉市二环线武昌段接线工程(原鹦鹉洲长江大桥武昌段接线工程)是鹦鹉洲长江大桥过江后的配套的疏解、连接工程。武汉市二环线武昌段接线工程 I 标,起点里程为 K13+432.0,终点里程为 K14+417.0,全长 985 m,红线宽 50~60 m。

本项目属于武昌岸梅家山立交的一部分。梅家山立交由南北向中山路—白沙洲大道、东西向鹦鹉洲大桥—雄楚大街交汇形成,是武昌地区最重要的交通转换枢纽节点和出城交通最重要的转换节点,也是鹦鹉洲大桥武昌岸最重要的疏解节点,承担江南岸过江交通量 70%以上的疏解。梅家山立交桥如图 1 所示。



图 1 梅家山立交桥效果图

Fig.1 Meijiashan overpass diagram

1.2 主线桥布置

主线桥连接雄楚大街与鹦鹉洲大桥延长线,跨越白沙洲高架桥,主线桥钢箱梁设计起点位于津水路,里程桩号 K13+760,终点位于原武泰闸水产大市场拆迁旧址,里程桩号 K13+896,主线桥全长约 136 m^[1]。

主线高架桥共 8 联,本标段共包括 7 联,除第 4 联为钢箱梁外,其余各联均为预应力混凝土箱梁。

主线桥桥顶面和底面均设 1.5% 的双向横坡,通过梁体顶板形成,梁体顶、底板平行设置。标准横断面截面积 1.4 m²,截面惯性矩 1.4 m⁴,截面高度 2 420 mm。钢箱梁每延米质量约 12.6 t。

主线高架桥第 4 联为(36.95 m+62 m+36.95 m)三跨钢箱梁,其标准段桥面宽度为 26 m。

位于 ZW211~ZW214# 墩之间,并跨越白沙洲高架桥,总质量 1 800 t,为本工程施工重点。ZW211~ZW214# 墩线路平面为直线,纵断面沿道路前进方向的纵坡依次为 1.68%(距离约 5 763 mm)和 R=2 500 m 竖曲线。

2 钢箱梁总体施工方案

主线桥钢箱梁施工采用分步顶推的方案,钢箱梁拼装、连续顶推架设整体方案为:在 ZW213~ZW215# 墩之间设置钢箱梁拼装施工平台支架,利用汽车吊机完成前导梁和钢箱梁 1~5(28.15 m)节段以及第 1 组悬臂的拼装,然后整体顶推钢箱梁

收稿日期:2015-04-24

作者简介:何向红(1962-),女,湖北黄梅人,高级工程师,副教授。研究方向:土木工程设计、监理与施工。

及前导梁往前移动 35 m^[2]. 在空出的拼装支架上继续拼装钢箱梁 6~12(40 m)节段和第 2 至第 4 组悬臂,再整体顶推钢梁往前移动 30 m. 在空出的拼装支架上继续拼装钢箱梁 13~17(28 m)节段及第 5 组悬臂,再整体顶推钢梁往前移动 40 m,此时拆除导梁. 在空出的拼装支架上继续拼装钢箱梁 18~24(39.75 m)节段及第 6 至第 8 组悬臂,再整体顶推钢梁往前移动到位,直至钢梁合龙. 待钢箱梁分步顶推到位后,进行外涂装防护,拆除临时支架. 最后在钢梁顶面铺设钢筋砼层,铺设桥面铺

装层,安装伸缩缝等附属结构工程^[3].

顶推前,在 ZW211 墩承台上设置临时支墩,在 ZW212、ZW213、ZW214 墩承台上以及 ZW213~ZW215# 墩两跨中间均设置临时支墩、墩顶滑道梁,在 ZW213# 墩的临时墩上沿横桥向对称布置 2 套连续千斤顶,如图 2 所示.

顶推施工须借用主线桥两侧相邻的混凝土梁跨工作区间^[4],即 ZW210~ZW211、ZW214~ZW215 之间. 待顶推施工完毕,此两跨即可进行混凝土梁施工. 钢箱梁施工步骤如表 1 所示.

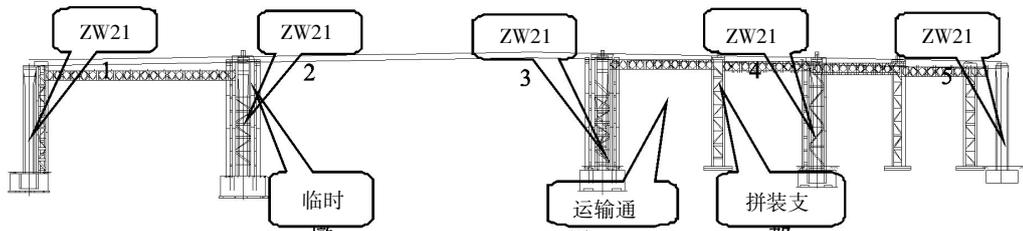


图 2 顶推施工整体布置图

Fig.2 Overall arrangement of jacking construction

表 1 钢箱梁施工步骤图

Table 1 Construction procedure of steel box girder

施工步骤	施工步骤图	施工步骤说明
施工临时墩		<ol style="list-style-type: none"> 1. 摆设施工阻拦板. 2. 施工临时墩、搭设钢架施工平台. 3. 钢推架分节度在支架拼装
分步顶推		<ol style="list-style-type: none"> 1. 利用顶推系统和前导梁分步顶推架段. 2. 每前顶一段,利用支架挥接后续一段
附属施工		<ol style="list-style-type: none"> 1. 重复以上步骤箱架顶推到位 2. 拆除施工设备 3. 施工桥面附属

3 顶推施工工艺流程

本工程顶推施工工艺流程见图 3.

3.1 临时设施设计布置

临时设施主要包括临时墩、拼装平台、滑道梁及滑动介质、导梁、导向限位、顶推设备及锚扣点^[3].

a.临时墩. 顶推施工须沿顺桥向设置 7 处临时墩. 在墩顶钢垫梁与分配梁之间垫一层特制橡胶块, 让橡胶的压缩变形来抵消钢梁顶推过程中的脱间隙^[5], 该橡胶垫块厚度 0.1 m, 沿整个滑道面均匀满布, 要求其受力竖向压力 4 MPa 不破坏(实际平均受压 2 MPa), 压缩量要有 2 cm, 在水平力

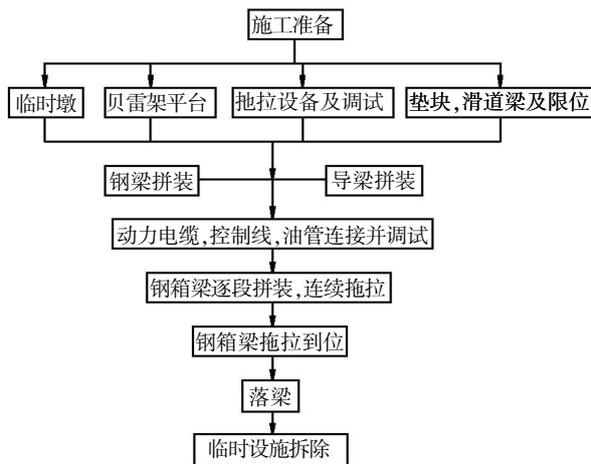


图 3 顶推施工工艺流程图

Fig.3 Flow diagram of jacking construction process

作用下,剪切变形不得大于 2 cm,在实施时对前端橡胶垫块进行了单向限位。每次顶推结束后在钢箱梁相应节段下方沿顶推方向正对滑道梁两端各焊接一块钢板,钢板紧贴滑道梁左侧,防止钢梁产生纵向滑移。

b.拼装平台.借用 ZW213~ZW215# 墩之间临时墩作为钢箱梁拼装支架。单层四排贝雷架通过立柱外伸牛腿支承在临时墩立柱上,同时在立柱相应位置焊接法兰座和贝雷架栓接,形成稳定结构。滑道梁和贝雷架两侧设置工作平台,在钢梁拼装前,完成拼装平台的安装工作,即在贝雷架上方布置好拼装垫块和千斤顶^[6]。

c.滑道梁及滑动介质.滑道梁采用钢箱梁结构,通过焊接方式放置于两根管立柱顶部。

滑道梁外形尺寸有两种规格分别为:3 600

mm×500 mm×800 mm、2 600 mm×500 mm×800 mm。滑道安装时计算出滑道顶标高,进行测量精确控制,四角要求平整度偏差小于 1 mm。滑道顶绝对标高可根据临时墩墩柱顶标高来确定。

d.导梁.导梁全长约 35 m,为变截面设计,分为三段。各段梁高、底板及腹板厚度均有一定差异,节段之间腹板与顶板采用栓接,底板采用焊接;导梁与钢箱梁之间,腹板采用栓接,底板、翼板与顶板采用焊接。对钢导梁的长度及刚度进行计算优化,改善钢梁局部压应力及滑道内脱空量。

e.导向限位.为了控制梁体在顶推过程中的中线始终处于设计范围内,设置横向导向限位装置。导向限位装置固定在滑道梁外侧外伸梁上,导向滚轮焊接在安装座上,导向机构安装座与滑道梁外伸梁之间采用螺栓连接^[7]。

f.顶推设备及锚扣点.本工程考虑选用两套 ZLD200-300 型自动连续顶推系统进行顶推施工。单连续千斤顶顶推力 180 t,正常顶推速度约 7 m/h。两套连续顶布置在 ZW213# 墩的临时墩上,连续顶支座分别焊接在滑道梁内侧面。

连续千斤顶下方搭设工作平台,连续千斤顶钢绞线一端锚扣在千斤顶上,另一端锚扣在钢箱梁底部锚扣点上。钢箱梁底部锚扣点与箱梁之间采用栓接形式,钢梁内侧相应位置须局部加强^[8]。

3.2 钢箱梁顶推施工工艺流程详细分解

a.完成拼装平台、临时墩、顶推系统布置等临时工程施工.ZW213、ZW214、ZW213-ZW214、ZW214-ZW215 临时墩安装导向装置。钢梁底部落梁用千斤顶和钢管柱暂不安装(如图 4)。

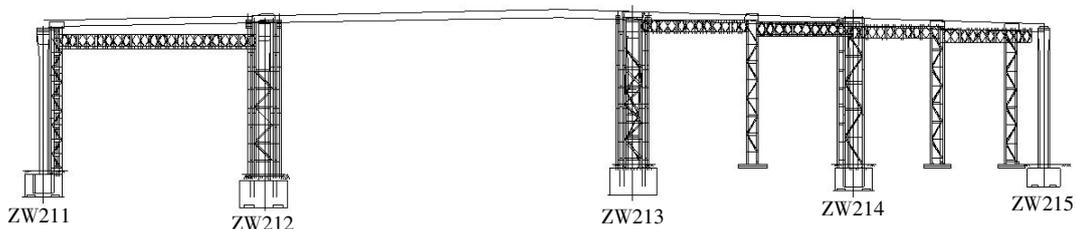


图 4 顶推施工第 1 步示意图

Fig.4 The first step in jacking construction

b.在拼装平台上拼装导梁、钢箱梁第 1~5 节段 (GL1+GL2+GL2+GL2+GL2) 及第一组悬臂 (XB1a+XB1b),4 个钢绞线锚扣点安装在钢箱梁第 2 节段对应位置。导梁拼装的初始位置在其头部端面已经越过 ZW213# 墩中心线 650 mm。整体拼装完毕,即操纵竖向顶将导梁和钢箱梁置于滑道梁上,穿好钢绞线,准备正式拖拉(如图 5)。

c.启动顶推系统,钢箱梁连续前移,滑道梁四

氟板保持持续进,每处滑道上任意状态不得低于 5 块。导梁越过 ZW213# 墩继续前移直至 35 m 位移处,停止拖拉,通过分析,此时钢箱梁及导梁整体抗倾覆稳定性系数超过 7。拖拉结束后在钢箱梁第 4 节段下方沿拖拉方向正对滑道梁处焊接一块钢板,钢板紧贴滑道梁左侧,防止钢梁产生纵向滑移(如图 6)。

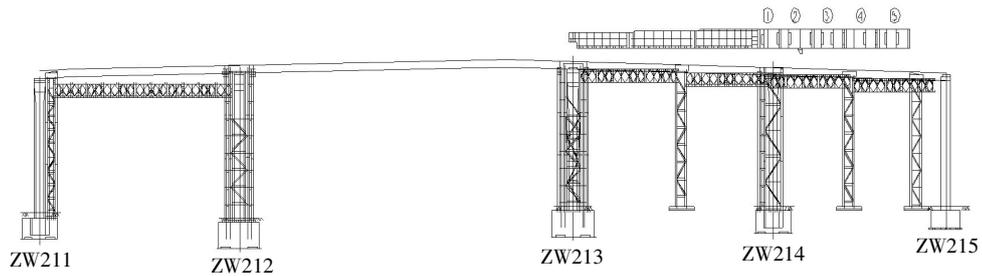


图 5 顶推施工第 2 步示意图

Fig.5 Jacking construction step 2

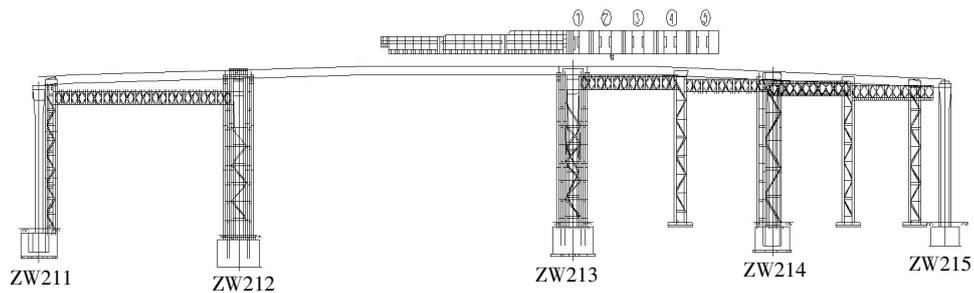


图 6 顶推施工第 3 步示意图

Fig.6 Jacking construction step 3

d.继续拼装钢箱梁第 6~12 节段 (GL2+GL3+GL4+GL2+GL2+GL2+GL2) 第 2 至第 4 组悬臂 (XB2a+XB2b+XB3a+XB3b+XB2a+XB2b), 将第 2

节段钢梁下方锚扣点位置后移至第 8 节段下方对应位置,拆除第 3 步焊接在钢梁底部的钢板挡块,准备第 2 次连续拖拉(如图 7).

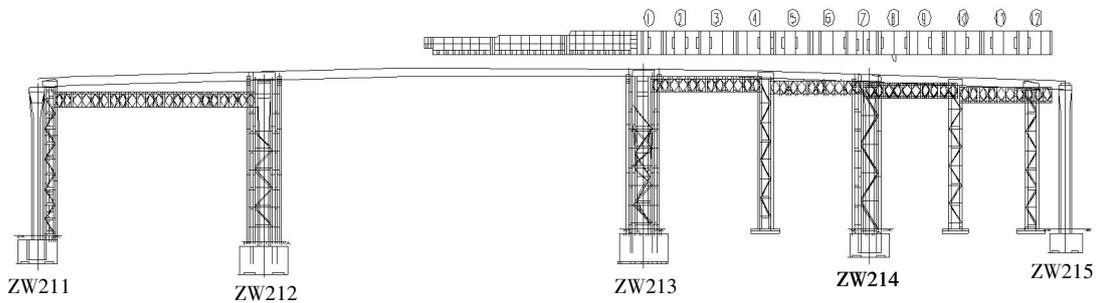


图 7 顶推施工第 4 步示意图

Fig.7 Jacking construction step 4

e.继续拖拉,导梁与钢箱梁同步前移至 30 m 位移处.上 ZW212 墩时,由 50 t 千斤顶辅助完成.上墩前钢箱梁及导梁整体抗倾覆稳定性系数约为 3.5.顶推结束后,在钢箱梁第 6 节段下方沿顶推方向正对滑道梁处焊接一块钢板挡块,钢板紧贴滑道

梁左侧,防止钢箱梁产生纵向的滑移(如图 8).

f.按照上述步骤循环(第 6、7 步重复 4、5 步过程),通过 4 次连续拖拉,完成 24 个节段的钢箱梁拼装(如图 9).

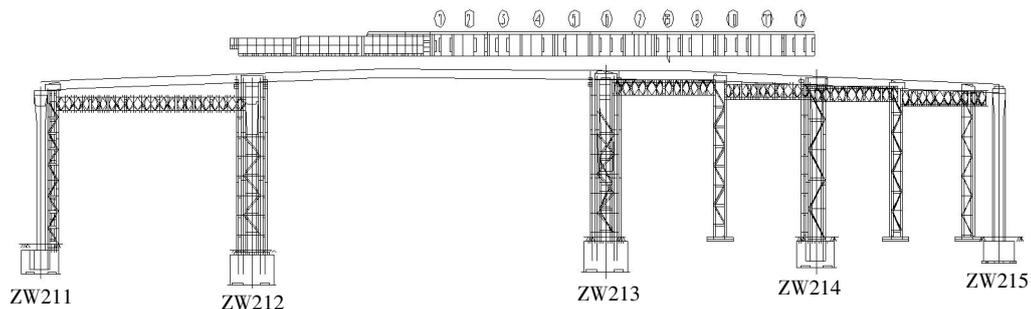


图 8 顶推施工第 5 步示意图

Fig.8 Jacking construction step 5

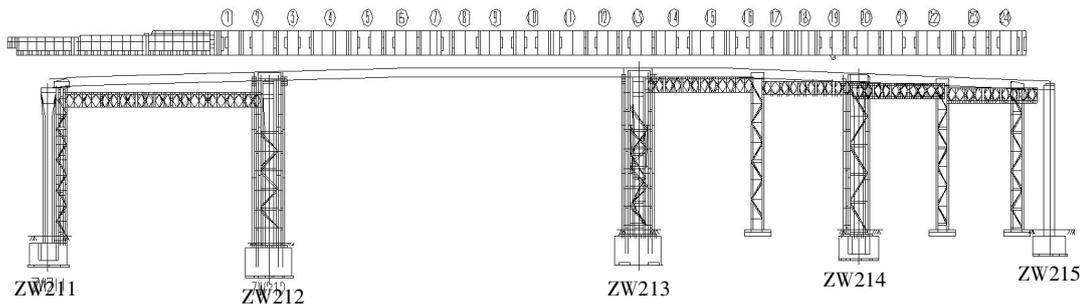


图 9 顶推施工第 8 步示意图

Fig.9 Jacking construction step 8

g.继续整体拖拉,至前移 24 m 位移处时停止,将导梁前两个节段拆后,继续整体顶推向前移动 4 m. 此时钢箱梁顶推到设计位置(即钢梁前端部离 ZW211 墩中心线 50 mm),然后拆除剩下的导梁. 顶推结束后,在钢箱梁第 18 节段下方沿顶推方向

正对滑道梁的两端焊接两块钢板挡块,钢板紧贴滑道梁侧面,防止钢箱梁产生纵向的滑移(如图 10).

h.最后拆除连续千斤顶、锚扣点,进入落梁施工环节.

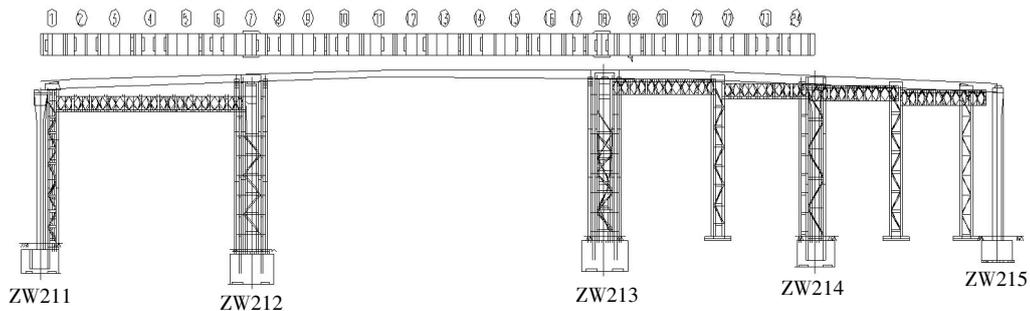


图 10 顶推施工第 9 步示意图

Fig.10 Jacking construction step 9

3.3 落梁

落梁系统由 8 处落梁千斤顶、4 处落梁液压泵站及 8 处落梁垫块组成,分成 4 套独立的单元,即 1 个临时墩上 1 个单元,分别位于临时墩 ZW211~ZW214 上,所有落梁千斤顶和落梁垫块和钢箱梁底部固联,落梁液压泵站固定在相应临时墩工作平台上. 当需要对箱梁进行竖向调节时可改变落梁千斤顶活塞杆行程来调节箱梁的标高,当调整到预定标高时在落梁垫块下方垫入调整垫块,然后落梁千斤顶回缩将负载转移到落梁垫块上^[9].

4 钢箱梁顶推施工注意事项

a.钢箱梁安装平台及临时墩,要求有足够的刚度平整度,标高准确,不得发生下沉.

b.各墩上滑动钢板标高与顶推平台之间各控制点的标高均在同一竖曲线上,控制误差为 ± 1.0 mm,左右两滑道钢板顶面的横向标高误差应不大于 0.5 mm,相对误差为 1.0 mm.

c.顶推时,应及时、连续地送入聚四氟乙烯滑块,不得出现脱空产生局部承压而引起箱梁变形

增大.

d.顶推中须用导向设施保证箱梁沿梁轴中心线方向移动,若有偏移,严禁在梁体静止状态下横推梁体.

e.若钢箱梁在顶推过程中中线有偏差,采取措施如下:

①在已拼装完成的钢梁顶面设置测量观测点,在地面固定三角点安置全站仪,在顶推的过程中跟踪测量出钢梁中线偏差.

根据中心偏差放松相反方向的侧限,其放松量等于偏差值.

②在钢箱梁顶推过程中加大另一侧侧限水平千斤顶的力,使钢梁在前进的过程中逐步调整中心位置.

③另主控台及各泵站上的万能转换开关即为纠偏开关,在顶推开始梁段数量少且顶推力小时,通过停掉一侧千斤顶而另一侧施力即可实现左右纠偏. 但当梁段数量多顶推力大距离长时,则不能采取此种方法.

f.施工中建立有限元模型对钢箱梁顶推施工

进行计算分析,及时跟踪钢箱梁在顶推施工过程中以及顶推完成后结构的受力、变形特性.为顶推施工方法的安全和合理性提供理论依据.

5 结 语

通过主线桥钢箱梁顶推施工过程的顺利实施,可得出如下结论:

a.既有交通线下钢箱梁施工采用顶推法,不需大型起吊设备,占用范围小;梁体架设不侵占桥位处净空,桥下交通影响较小;施工干扰小,安全系数高,效率显著.

b.采用多点顶推的施工技术,充分利用墩台容许承受水平力的潜能,避免使用大吨位的顶推锚固设备,节约施工成本,具有良好的合理性和先进性.

c.临时工程如拼梁平台、临时支墩、顶推临时墩、顶推主力墩、顶推导梁、滑道系统等科学设计和验算,对顶推法顺利完成起到十分重要的作用.

d.连续顶推施工中采用科学模型进行数据计算和测试,能及时掌控结构的受力与变形,保证施工安全和质量.

参考文献:

- [1] 陈晓桥,李华龙,鲜亮.连续钢箱梁顶推结合支架法的施工[J].公路,2007(7):42-45.
- [2] 刘建龙.哈尔滨尚志大桥连续钢箱梁顶推设计与施工技术[J].公路工程,2005,30(1):110-112,129.
- [3] 张光桥,贾志坚.济南黄河三桥钢箱梁顶推施工工艺[J].公路,2008(12):114-117.
- [4] 贾建彬.高速公路跨线钢箱梁施工质量控制措施[J].交通标准化,2008(6):71-73.
JIA Jian-bin. Quality control measures for construction of steel box girders of overpass expressways [J]. Communications Standardization, 2008 (6): 71-73. (in Chinese)
- [5] 赵鹤鹏,潘胜平.厦漳跨海大桥北汊斜拉桥墩顶区钢箱梁架设方案[J].桥梁建设,2012,42(5):109-113.
ZHAO Kun-peng, PAN Sheng-ping. Erection scheme for steel box girder in pier top areas of cable-stayed bridge of north bridge of Xiazhang Sea-crossing Bridge [J]. Bridge Construction, 2012, 42(5): 109-113. (in Chinese)
- [6] 范翔,郁志刚,徐新华,等.跨沪宁高速公路钢箱梁顶推施工技术[J].城市道桥与防洪,2012(4):149-153.
FAN Xiang, YU Zhi-gang, XU Xin-hua, et al. Construction techniques for incremental launching of steel box girder over Shanghai-Nanjing Expressway [J]. Urban Roads, Bridges & Flood Control, 2012 (4): 149-153. (in Chinese)
- [7] 陈亚强.福州鼓山大桥钢箱梁顶推设计与施工[J].建筑技术,2010(7):670-672.
- [8] 徐文平,张宇峰.钢桥斜拉施工技术的探讨[J].公路,2007(5):77-78.
- [9] 杨雳,赵全治,杜民,等.自锚式悬索桥钢箱梁拖拉法施工技术[J].桥梁建设,2008(5):50-51.

Construction technology of steel box girder jacking based on existing traffic lines

HE Xiang-hong¹, ZHANG Xin¹, CHENG Jian-hua²

1. Changjiang Institute of Technology, Wuhan 430212, China;

2. The 7th Engineering CO., LTD., China Railway Major Bridge Engineering Group, Wuhan 430056, China

Abstract: The Meijiashan overpass steel box girder project at Wuchang section of Wuhan's Second Ring Road is a high-risk road construction project on existing transportation line. Aimed at the across-road construction process of the main bridge steel box girder, the steel box girder pushing technology on existing traffic lines and the temporary engineering design layout were explored by analyzing the on-site situation, computing model data and test, the steel box girder jacking construction technology and the key points about safety operation were proposed. The practice proves that it has little effect on the traffic under the bridge and the construction process, which guarantees the project progress and the construction quality, and saves the construction cost.

Keywords: main line viaduct; steel box girder construction; step-by-step jacking